

---

DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T XXXX-2024

---

高速公路改扩建工程路基处治技术指南

Technical guide for existed highway subgrade treatment,  
reconstruction and extension

(征求意见稿)

2024 – XX -XX 发布

2024 – XX – XX 实施

---

新疆维吾尔自治区市场监督管理局

发布

目录

前言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 总则.....2

5 总体设计.....3

6 前期资料收集与准备.....6

7 一般地区路基拼接设计.....10

8 特殊土地地区路基处治与拼接设计.....16

9 质量检验标准.....30

10 交通组织.....32

## 前言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由新疆维吾尔自治区交通建设管理局提出并组织实施。

本文件起草单位：新疆维吾尔自治区交通建设管理局、长安大学

文件主要起草人：来弘鹏 陈锐 陈刚 马云 虎良 高磊 贺冠男  
张健 关翔 王鹏云 张超 刘志材 李树兵 殷新

本文件实施应用中的疑问，请咨询新疆维吾尔自治区交通建设管理局。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区交通建设管理局（新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市天山区延安路 1006 号）、新疆维吾尔自治区交通运输厅（乌鲁木齐市黄河路 301 号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（新疆乌鲁木齐市天山区新华南路 167 号）。

新疆维吾尔自治区交通建设管理局 联系电话：0991-5280917；  
邮编：830099

新疆维吾尔自治区交通运输厅 联系电话：0991-5281305；邮编：  
830099

疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；邮  
编：830004



## 1 范围

本指南提供了高速公路改扩建路基处治和路基拼接设计的指导,规定了高速公路改扩建工程的术语和定义,给出了高速公路改扩建总体设计、新旧路基拼接、新旧路基结合部处治、新旧路基结合部施工、路基沉降控制、特殊土路基处治和拼接、交通组织等方面的建议。本指南适用于高速公路改扩建路基加宽工程的施工,其他等级公路改扩建可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JTG B01 公路工程技术标准  
JTG C10 公路勘测规范  
JTG D30 公路路基设计规范  
JTG 3430 公路土工试验规程  
JTG/T 3610 公路路基施工技术规范  
JTG F80 公路工程质量检验评定标准  
JTG F90 公路工程施工安全技术规范  
JTG/T D31-02 公路软土地基路堤设计与施工技术细则  
JTG/T D32 公路土工合成材料应用技术规范  
JTG/T L11 高速公路改扩建设计细则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

### 3.1 既有公路 existed highway

拟扩建的高速公路或改建的一级公路称既有公路。既有公路的各组成部分则以分别冠以“既有”作为简称,如既有路基、既有路面、既有桥涵。

### 3.2 新建结构 new constructed structure

指相对应于既有结构、并与之进行拼宽扩建或分离增建的结构。对拼接桥涵，指与既有桥涵对应的新建桥涵。

### 3.3 改扩建 renovation and expansion

在既有高速公路的基础上，通过加宽并对既有高速公路实施改造，以提高服务水平、通行能力及安全性的工程建设行为。

### 3.4 搭接区域 overlapping area

既有路基与加宽路基衔接部位。

### 3.5 补强 strengthening

对既有路基回填边沟部位及新老路基搭接区域，在常规填土碾压完成后，采用夯实机具（如重型压路机、强力夯实机、冲击压路机或高速液压夯实机）进行再次夯实。

## 4 总则

4.1 高速公路改扩建的方案根据拼宽路基与既有路基的空间相对位置不同，拼宽扩建方案可区分为三大类：拼接式、分离式和混合式。其中既有公路拼宽扩建方案视利用既有公路的情况及拼接形式，可采用“两侧拼接”“单侧拼接”、“中央拼接”等不同的方式。分离增建的部分则可按新建工程设计。

4.2 高速公路改扩建工程的主要技术指标，宜对既有公路的路线、路基、路面、桥涵、路线交叉、交通工程设施、绿化及环境保护设施、房建、机电等的具体情况逐一调查、核实，在综合评价基础上，科学确定技术标准，合理运用技术指标。

4.3 改扩建工程的技术标准、建设规模、改扩建时机，宜根据其在路网中的位置、功能、预测交通量、服务水平，经济发展现状与规划，铁路、水路、航空、管道以及城市轨道交通的布局等因素综合确定。

4.4 高速公路改扩建工程宜运用全寿命周期成本分析方法，对设计、施工、养护、营运、管理的各阶段，从安全、环保、可持续发展理念进行论证，采用综合效益

最佳、服务质量最好的方案。

4.5 高速公路改扩建工程设计宜充分利用既有公路进行综合设计，在此基础上得到改扩建工程的各项指标；改扩建工程的拼接宜采用动态设计，持续跟踪、检验，需调整、修正时，宜按公路工程设计变更相关规定修改、完善设计。

4.6 改扩建工程宜遵循尽量减少影响交通的原则，**在综合考虑施工人员与交通运输安全、施工工程质量与进度的前提下**，制定交通组织方案和施工组织方案。

4.7 改扩建工程设计宜制定大交通流量预警和处理突发事件的应急预案，最大程度地维护本地区的正常经济发展与特殊情况下的快速反应能力。

4.8 改扩建工程勘察设计中，应用的公路技术标准及其主要技术指标等，除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

## 5 总体设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 应在工程可行性研究报告确定的改扩建形式、技术标准与规模、建设时机、实施方式等基础上进行总体设计。

5.1.2 应综合考虑建设条件、既有工程利用、施工期对区域路网的影响、建设与运营管理、经济性等因素，通过多方案比选，确定总体设计方案。总体设计方案应包括工程技术方案和施工期交通组织方案。

5.1.3 高速公路改扩建宜采用两侧加宽，条件受限制时可采用单侧加宽。采用单侧加宽时，应加强原路侧车道转换带、**原路面中央分隔带、路基拼接过渡段**、交通工程等设计。

5.1.4 改扩建加宽的基本形式宜为拼宽，高边坡、隧道、复杂结构桥梁等局部困难路段，可根据其特点合理地采用分离增建的形式。

5.1.5 应分析施工与运营相互干扰的程度，工程技术方案与交通组织方案应相互协调。

5.1.6 交通工程及沿线设施改扩建的技术标准与规模应与主体工程相协调，并同步实施。

5.1.7 不同加宽形式之间的衔接过渡，应满足车道平衡、平纵面顺适、断面过渡合理等要求。

5.1.8 改扩建工程的总体设计除应考虑与新建工程共性的因素外，尚应考虑下列因素：

- 1) 既有公路技术状况及运营安全性评价结果。
- 2) 桥梁、隧道、路基、路面等构筑物的利用与改造。
- 3) 互通式立体交叉、大型管理设施、服务设施等的增设、改移与改造需求。
- 4) 整体式断面单侧加宽后，双向行驶改为单向行驶的行车安全性。
- 5) 车道数增加、行驶方向改变等引起的爬坡车道、避险车道调整。
- 6) 路基拼宽或路面加铺后对限界、净空的影响。
- 7) 施工期交通组织对运行安全、施工方案和工期等的影响。
- 8) 既有公路运营及改扩建施工对沿线周边环境、居民生产生活的影响。

5.1.9 应结合改扩建工程特点，积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备、新工艺。

5.1.10 病害路基改扩建应依据病害类型、特征、成因及危害程度，结合当地气象、水文地质、工程地质等因素，采取相应的整治措施。

5.1.11 改扩建过程中，若既有结构物无明显损害，且强度及稳定性满足改扩建要求时，应全部利用；若部分损坏或不满足改扩建要求时，可加固利用或拆除重建。

5.1.12 改扩建过程中，应贯彻“绿色低碳”理念，充分考虑既有道路的材料的回收利用，减少建筑垃圾。

## 5.2 设计要点

5.2.1 拼宽部分路基、分离增建路基的回弹模量应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的要求，且拼宽新建部分路基回弹模量不应小于既有公路设计时要求的值。

5.2.2 改扩建工程经论证可分段采用不同的设计速度；设计速度分段长度不宜小于 15km，特殊困难路段可经论证确定；相邻段设计速度差不宜大于 20km/h，其变化点宜设置在地形、地物明显变化处或互通式立体交叉等节点处，并做好前后路段的线形衔接。

5.2.3 车道数的确定应符合下列规定：



- 1) 应根据预测交通量、设计速度、服务水平论证确定基本车道数。
- 2) 分离增建时各分幅应不少于 2 个车道。
- 3) 同向分离的其中一幅交通量特别大时, 应根据该幅的预测交通量确定车道数。

5.2.4 单侧拼宽, 既有公路双向行驶改单向行驶时, 主线出入口附近应设置车道转换带, 其位置选择要考虑线形、桥隧结构物、与互通式立体交叉间距等因素, 与主线出入口间的最小净距不宜小于 2km; 车道转换带长度不应小于 2km; 当互通式立体交叉间距较小, 不满足设置条件时, 可论证确定。

5.2.5 路线设计与勘测: 采取原路拓宽的改扩建工程, 路线平面宜维持原路线形, 结合实测控制点进行拟合。纵面结合实测高程进行拟合设计, 注重改善原路的运营条件, 采取合适的技术指标。

## 6 前期资料收集与准备

### 6.1 一般规定

6.1.1 公路路基拓宽改建设计前，应对既有路基和拓宽场地进行调查、勘探和测试，查明既有路基的填料性质、含水率、密度、压实度、强度以及路基的稳定情况，分析评价新拼接路基或增建路基对既有路基沉降变形和边坡稳定的影响程度。

6.1.2 公路路基拓宽改建，应根据公路沿线的地形地貌和地质特点、既有路基现状及拓宽后的交通组成，综合比较确定既有路基的利用与拓宽拼接方案，采取合理的工程措施，保证拓宽改建路基的强度和稳定性。

6.1.3 公路路基拓宽改建，应合理利用既有路基强度，并根据既有路基的回弹模量、含水率和密实状态，综合确定既有路基的处理措施。

6.1.4 公路路基拓宽改建设计，应做好路基路面综合设计。拓宽部分的路基应与既有路基之间保持良好的衔接，并采取必要的工程措施减小新老路基之间的差异沉降，防止产生纵向裂缝。

6.1.5 应收集建设期和运营期的设计、施工、养护、维修加固相关资料，查明既有路基变形、稳定及水损害情况、地基处理措施及其效果等。

### 6.2 既有路基状况调查评价

6.2.1 既有路基调查应采取资料收集、现场调查和勘探试验相结合的方法。路基拓宽改建设计前，应收集既有公路的地基及路基勘察设计、竣工图和养护等方面的资料。软土地区尚应收集既有公路的沉降监测资料。

6.2.2 现场调查应综合采用路况调查、无损检测和勘探试验等技术手段，判定既有路基及排水设施、防护与支挡结构的使用性能。现场调查应符合下列要求：

1) 根据既有资料和路况调查结果，对既有路基进行分段测试与评价。

2) 选择有代表性的路段，进行几何尺寸、动态弯沉、承载板等测试，确定路基回弹模量。各项测试应符合现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450)的有关规定。

3) 应选择代表性断面及病害路段,对路面结构层、路基及地基土进行勘探试验,勘探深度和取样试验应符合现行《公路工程地质勘察规范》(JTG C20)的有关规定。

4) 应调查既有路基支挡工程基础形式、地基地质条件和使用状况,必要时应对支挡工程地基进行勘探试验。

5) 加强高填深挖路基、特殊路基、不良地质段路基的稳定性调查,搜集其设计、施工、养护、维修期间的资料,评估其现状稳定性,需满足现行《公路路基设计规范》。

6.2.3 应对既有填方路堤和挖方路段路床土进行物理力学性质试验,确定路基土的含水率、饱和度、压实度、平均稠度、回弹模量、CBR 值等。

6.2.4 调查既有防护措施时,若既有挡土墙、石笼、抗滑桩、边坡锚固等防护结构出现病害时,应先进行稳定性、结构现状评价,进一步进行设计。

6.2.5 应注重既有排水设施使用状况以及水系的调查,收集沿线水系和水文资料,对天然水沟、河道的位置、走向、断面面积、水流方向、地下水位变化等进行调查,若存在翻浆情况,应查明导致翻浆的水源,作为排水系统设计的基础数据。

6.2.4 既有路基的分析评价应包括下列内容:

1) 根据调查、测量、试验和水文分析资料,确定既有路基高程能否满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)洪水频率规定。

2) 确定既有路基填料能否满足路基土最小 CBR 值、路基压实度的要求。

3) 确定路基的平衡湿度,分析评价路基相对高度的合理性。

4) 分析评价路基边坡的稳定状态、各种防护排水设施的有效性及其改进措施。

5) 分析评价既有路基病害的类型、规模、成因,以及既有路基病害整治效果,并提出路基病害整治措施。

### 6.3 既有路基边坡清表

既有路基边坡开挖前,先对既有路基边坡进行清表。边坡清表时应根据填筑速度和台阶的开挖高度沿路线逐段进行,不应将边坡清表和台阶开挖一次性完成,边坡清表厚度宜大于 30 cm。

## 6.4 填前碾压

6.4.1 原地面清表后，应对填前碾压段取土样进行标准击实试验，以确定土的最大干密度和最佳含水量等指标，当地基土含水量接近最佳含水量时可以进行填前碾压。

6.4.2 地基土含水量大于最佳含水量但不超过 5%的段落，应采取翻拌晾晒的方式降低土的含水量，达到压实条件后方可进行压实。

6.4.3 当地基土含水量较大，经过翻拌晾晒仍然达不到碾压标准时，应按设计要求进行地基处理后方可进行压实。

## 6.5 路基拼接施工流程

一般路基拼接施工作业流程如图 1 所示。

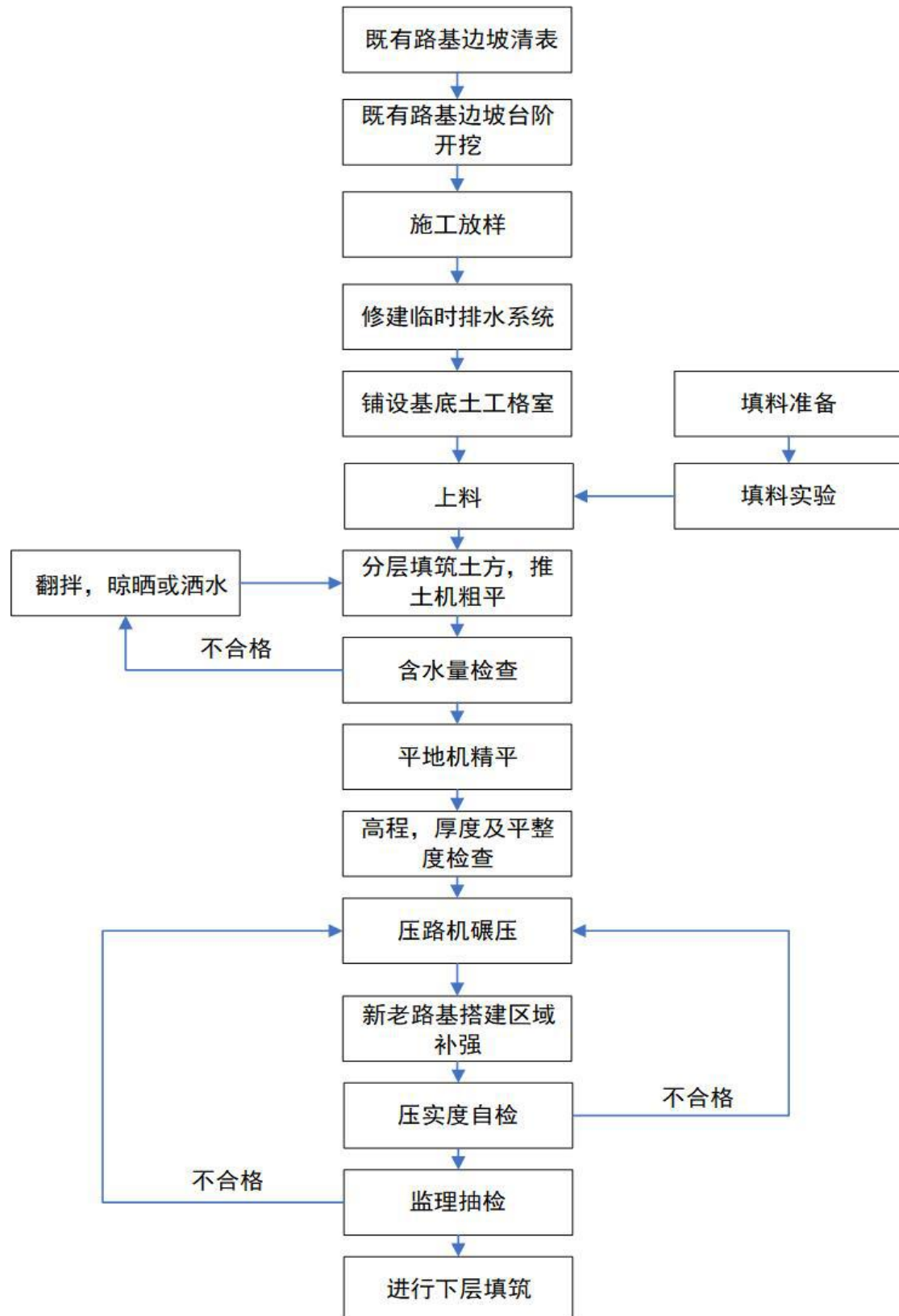


图 1 一般路基拼接施工作业流程图

## 7 一般地区路基拼接设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 拼宽部分路基、分离增建路基的回弹模量应满足现行《公路路基设计规范》(JTGD30)的要求，且拼宽新建部分路基回弹模量不应小于既有公路设计时要求的值。

7.1.2 应采取必要的工程措施，控制新建部分和既有路基之间的差异沉降并保持有效结合。

7.1.3 应对既有路基病害和隐患进行处治，满足拼接要求及使用要求。

7.1.4 既有路基的利用应与路面利用和加铺设计相结合，并根据路基病害的产生原因和对拓宽结构的影响程度，采取下列针对性的处治措施：

1) 当既有路基回弹模量不满足新建路基的要求，但既有路面未出现破损，且拓宽后通过加铺设计可满足既有路面设计要求时，宜充分利用既有路基。

2) 当既有路基回弹模量不满足新建路基的要求，且既有路面出现严重破损时，可根据含水率、压实度和填料类型的分析评价，分别采取改善排水、补充碾压、换填处治等措施，并应满足《高速公路改扩建设计细则》JTG/T L11 的要求。

3) 当条件受限不能翻挖既有路基时，可采取水泥碎石桩、水泥粉煤灰碎石桩、注浆等处理措施。

7.1.5 拼宽路基填料宜采用与既有路基填料性质相近或承载比及透水性不低于既有路基填料，可使用既有路基挖除的填料作为新路基填料，但既有路基填料为不良土质时应避免再次使用。

7.1.6 拼宽路基相应层位压实度应较新建高速公路压实度提高 1%。

7.1.7 应加强新旧路基路床衔接、基底垫层、排水盲沟等的有序衔接。

7.1.8 本着“物尽其用”的原则，路基及既有结构物拆除所产生的固废材料再生利用符合下列规定：

1) 路缘石、挡墙拆除物、护坡、排水沟等设施经破碎后可用于路面结构底基层、路基路床或路堤；

2) 破碎的水泥混凝土材料可用于路面结构底基层、路基路床或路堤。

7.1.9 在路基拼接完成后，应进行全面的质量检测和评估。检测和评估的内容包

括但不限于压实度、平整度、排水性能等。如果检测结果不符合要求，应及时采取措施进行整改和修复，确保新旧路基的整体性和安全性。

7.1.10 路桥过渡段路基的拼接应进行专项设计，采取针对性处治措施以减小差异沉降。

## 7.2 路床拼接

7.2.1 路床填料应符合现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的规定。

7.2.2 路床拼接部位应增强补压，保证拼接密实；受既有路基渗水等影响导致强度不足时，可采用排水或掺灰改良、换填等措施进行处理。

7.2.3 针对旧路路床不满足要求的情况，拼接时按整幅路基全宽度进行换填或者统一路床填料。

7.2.4 在拼接过程中，应采取有效措施防止水分侵入路基，避免对路基的稳定性和强度造成不良影响。

## 7.3 填方路基拼接

7.3.1 地基表层处理，应视既有公路范围地基表层处理措施及现状地表情况，采取相应措施，满足上层路基填筑压实要求，并与既有路基地表的排水设施做好衔接。

7.3.2 路基填料应符合现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的要求，且宜采用与既有路基填料性质相近或更利于拼接的材料。

7.3.3 当采用细粒土填筑时，应加强新路基与既有路基间的排水设计，必要时可增设盲沟，排除路基内部积水。

7.3.4 路基拼接应符合下列规定：

1) 应在保证路基稳定的前提下清除旧路边坡绿化、圯工、未经充分压实的土或其他不适用土。

2) 拼宽部分路基与既有路基宜采用开挖台阶拼接，台阶宽度宜控制在 90cm~150cm 之间，高度宜控制在 60cm~100cm 之间；填高较小时，可不用开挖台阶。

3) 当拼宽宽度过小时，可采用超宽填筑或翻挖既有路基等措施。

4) 结合面以外不小于 2m 的范围，应增强补压，确保拼接密实，并对拼接部



位加强检测。

5) 路基拼接可采用铺设土工合成材料等措施增强。

#### 7.4 挖方路基拼接

7.4.1 挖方路基拼宽设计，应综合边坡地质条件、交通组织、运营与施工安全、施工难度、土石调运等因素，在满足边坡稳定性要求、保证行车安全的基础上，确定边坡坡率、平台宽度以及防护方案。

7.4.2 深挖路基应进行专项的边坡、开挖设计，分析开挖过程中的边坡稳定性及既有防护设施的受力、变形等情况，并应提出合理的监测方案，及时进行监测预警，以保证安全。对滑坡路段进行拼宽时，应进行专项论证，对前期治理的大型滑坡，应绕避。

7.4.3 在满足边坡稳定性和行车安全的前提下，经论证可采取调陡坡率并加强支护、增设棚洞结构等措施，减少深挖方路段的开挖量及对运营的影响。

7.4.4 维持通车路段应考虑开挖、爆破、清渣调运等因素，提出相应施工要求，保证通行安全，保护路面。

#### 7.5 高路堤与陡坡路堤拼接

7.5.1 宜采取优质填料、土工合成材料加筋、提高压实要求等措施减小差异沉降。

7.5.2 宜对边坡分级、平台宽度、边坡坡率等作特殊设计，满足路基稳定性要求，并宜在路基底部增设土工合成材料予以增强。

7.5.3 路堤稳定性应符合下列规定：

1) 高路堤及陡坡路堤拼接，除应对路堤堤身稳定性、路堤和地基的整体稳定性、路堤沿斜坡地基或软弱层滑动的稳定性进行验算外，尚应对沿新路堤与既有路堤结合面滑动的稳定性进行验算，验算方法宜采用不平衡推力法（隐式解），安全系数满足现行路基规范要求。

2) 高路堤及陡坡路堤拼接，既有坡脚支挡结构物不宜拆除，拼接填筑时临近结构物处可采用小型机具薄层夯压密实，并应做好排水的衔接设计。如需拆除既有构造物，应提出合理的拆除工艺，确保路基稳定。

7.5.4 高路堤及陡坡路堤拼宽，应进行变形与稳定的动态监测设计，提出监测路段、项目、测点布置、监测方法及控制标准等要求。



7.5.5 高填方路堤，应严格按设计边坡坡率填筑，并保证有 30 cm ~ 50 cm 的施工加宽值，可增设反压护道或路堤挡土墙增强拼宽高路堤的路基稳定性。

7.5.6 路堤高度大于 2m 时，结合部可采用横向铺设土工合成材料等增强措施。

## 7.6 旧路基边坡台阶开挖

7.6.1 台阶沿原坡面线相应位置逐层开挖，填筑一级台阶高度的路基后再开挖下一级台阶。开挖台阶尺寸规定如下：

1) 一般路基段台阶尺寸：宽度宜控制在 90cm~150cm 之间，高度宜控制在 60cm~100cm 之间。

2) 以上台阶开挖尺寸应按高度进行控制，宽度可按实际坡率进行调整。

3) 每级台阶平面应有适当坡度，且宜做成内倾台阶（建议坡度 2-4%），以增强新旧路基搭接部位的接触面积，从而提高搭接部位的摩擦力和连接质量。

7.6.2 施工时，台阶开挖要确保开挖层面落在密实的土基上，严禁为了台阶线性一致而用虚土人工培护台阶。

7.6.3 为保证新老路基拼接质量，每级台阶宜采用高速液压夯实机进行补强。

7.6.4 开挖后台阶表层土的压实度不满足要求时，应与加宽路基土一起碾压至规定的压实度。

7.6.5 旧路基边坡台阶开挖注意事项包括以下内容：

1) 应采取机械开挖方式，开挖时不能破坏既有路基结构，并验算边坡稳定性，依据规定和验算确定挖土机距边坡的安全距离。在开挖台阶时，由于机械开挖不易控制，要用人工配合开挖，在机械将台阶基本开挖到位后，再进行人工修整。

2) 通车条件下台阶开挖施工时，应设置必要的安全隔离措施和保通人员，引导车辆不靠近紧急停车带行驶，以免影响边坡稳定。

3) 边坡台阶开挖前应在既有路基路肩设置位移观测点，防止因超挖造成既有路基滑坍。如有问题及时报告，并采取相应的保护措施。

4) 台阶开挖过程中应做好排水工作，防止雨水冲刷破坏既有路基。具体措施为将原高速公路路面水引向泄水槽内，并在加宽路基上设置横向排水沟将水排向路基外侧水沟。当雨水很大时可在原路基边坡上覆盖彩条布，防止冲刷。

5) 第一级台阶开挖, 边坡稳定性最差, 这时应加强对路基的监测, 增加监测频率。

6) 若开挖台阶后未来得及填筑时降雨, 应在雨后清除表层过湿土, 再开始填筑。

7) 台阶开挖以高度进行控制, 开挖从底至上。最上层台阶无法控制高度, 仅控制宽度不小于 150cm。

## 7.7 土工合成材料铺设

### 7.7.1 路床土工格栅的铺设应满足下列要求:

- 1) 土工格栅沿线路纵向的搭接宽度不宜小于 50cm。
- 2) 土工格栅铺设层面应平整, 不得有片石等坚硬凸出物。为防止纵向歪斜, 可按幅宽在铺设层面划出白线或挂线铺设, 然后用 U 型钉将土工格栅端部固定于填料中。
- 3) 路床宜铺设 2 层格栅, 铺设宽度不宜小于 8m, 新旧路床搭设宽度宜不小于 2m, 建议铺设位置分别在距路床顶面以下 50cm、80cm 处。
- 4) 对特重、极重交通荷载项目, 建议设置三层土工材料。

### 7.7.2 基底土工格室铺设应满足下列要求:

- 1) 土工格室应张拉到位并固定牢固, 及时填埋, 严禁暴晒。
- 2) 铺设土工格室的地面应平整, 不得有片石等坚硬凸出物, 土工格室顶面以上 10cm 范围内的路基填料最大粒径不得大于 8cm, 压实度  $\geq 90\%$ 。
- 3) 土工格室高度 H 可采用 5cm、10cm、15cm 和 20cm 等规格, 焊距宜为 4H~8H 之间。铺设宽度及高度应依据路基宽度和高度等确定。

## 7.8 新老路基搭接区域台阶补强施工

7.8.1 施工前按每填筑一个台阶高度, 布设两排夯点, 呈梅花型布置, 夯点中心间距不宜大于 1.0m。

7.8.2 台阶开挖后应先采用压路机进行碾压, 使台阶表面基本密实, 然后再用高速液压夯实机进行补强。

7.8.3 宜采用夯锤质量不小于 3.0t 的高速液压夯实机对新老路基搭接区域进行补强。

7.8.4 施工过程控制应以工艺参数控制为主，**建议**每个击点作用时间为 8s~13s，单点夯击 80 次以上。

## 7.9 路基排水

7.9.1 路基排水设计宜在既有路基评价的基础上，根据改扩建后工程情况合理布局，并与路面排水、路基防护、特殊路基处治措施等相互协调，形成完善的排水系统。

7.9.2 路基排水系统宜根据改扩建工程的排水条件，确定排水工程的结构尺寸。

7.9.3 既有路基排水设施宜充分加以利用，必要时加以修缮、改建或重建。对于失效的排水设施宜采取有效措施加以回填封堵，并重新布设排水设施。

7.9.4 路基拼接设计中需拆除部分既有排水设施时，宜做出相应临时排水设施设计或采取相应技术措施。开挖临时排水沟时，宜在加宽路基便道外侧 1.0m 范围之外进行开挖，纵坡不宜小于 5‰。

7.9.5 中央分隔带、超高路段和不良地质路段排水设施功能应满足工程需要，施工期应加强路基路面临时排水措施。

**7.9.6 路基排水设施的材料和施工质量应符合相关标准和规范要求，确保设施的稳定性和耐久性。**

## 7.10 路基防护

7.10.1 路基防护设计宜在既有路基评价的基础上，根据改扩建后工程情况，采取工程防护和植物防护相结合的综合措施，保证路基稳定，并与周围环境景观相协调。

7.10.2 既有防护设施需拆除时，宜做出相应临时防护设施设计或采取相应技术措施，不得因既有路基、边坡等外露而影响其强度与稳定。

7.10.3 结合路侧安全设计，有条件路段宜采用缓边坡方案。

## 8 特殊地区路基处治与拼接设计

### 8.1 一般规定

8.1.1 路基路面应根据公路功能、技术等级、交通量，结合沿线地形、地质及路用材料、气候等自然条件进行设计，保证其具有足够的强度、稳定性和耐久性。路面面层应满足平整和抗滑的要求。

8.1.2 路线通过特殊土（岩）、不良地质以及特殊气候和水文条件路段时，应采取综合地质勘察，查明特殊地质体的性质、成因类型、规模、稳定状况及发展趋势；特殊路基设计所需要的物理力学参数，应结合室内试验和原位测试资料经综合分析确定。

8.1.3 应做好工程地质选线工作，路线应绕避规模大、性质复杂、处理困难的不良地质和特殊土（岩）地段，并避免高填深挖路基。

8.1.4 特殊路基设计应考虑气候环境、水和地质等因素对路基长期性能的影响，对可能造成的路基病害，应遵循预防为主、防治结合的原则，通过综合技术经济比较，因地制宜，采取有效的工程处理措施，保证路基稳定。分期整治时，应保证在各种因素的变化过程中不降低路基的安全度。

8.1.5 路基应设置排水设施与防护设施，取土、弃土应进行专门设计，防止水土流失、堵塞河道和诱发路基病害；应进行路基表土综合利用方案设计，充分利用资源。

8.1.6 应因地制宜、统筹考虑安全、环境、土地、经济等因素，选择合理的路基断面形式。

8.1.7 路基路面结构应遵循整体化设计原则。路基设计应根据可用填料、施工条件和当地成功经验，提出路基结构的设计要求与设计指标；路面结构设计应结合路基结构设计要求与设计指标进行综合设计，以满足路面结构耐久性要求。

8.1.8 公路改扩建项目的新建路面和原路面利用宜按现行标准进行设计，并应加强路基、路面的拼接设计；应对路面材料再生循环利用进行论证，充分利用废旧材料。

8.2 湿陷性黄土路基

8.2.1 处治湿陷性黄土路基，一般满足符合下列要求：

1 高速公路、一级公路通过湿陷性黄土和压缩性较高的黄土地段时，可根据路堤高度、受水浸湿的可能性、湿陷后危害程度和修复的难易程度，按表 1 确定湿陷性黄土地基最小处理深度。

表 1 湿陷性黄土地基最小处理深度

路堤高度	湿陷性等级与特征							
	经常流水（或浸湿可能性大）				季节性流水（或浸湿可能性小）			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
高路堤(>4m)	2~3	3~5	4~6	6	0.8~1	1~2	2~3	5
零值、挖方路基、 低路堤(<4m)	0.8~1	1~1.5	1.5~2	3	0.5~1. 0	0.8~1. 2	1.2~2. 0	2

注：1. 与桥台相邻路基、高挡土墙路基（墙高大于 6m），宜消除地基的全部湿陷量或穿透全部湿陷性土层。2. 挖方路基湿陷性黄土地基最小处理深度，从路床顶面起计算。

2 湿陷性黄土地基处理设计，应根据公路等级、湿陷等级、处理深度要求、施工条件、材料来源及对周围环境的影响等，按表 2 经技术经济比较后确定处理措施。

表 2 湿陷性黄土地基常用处治措施

处理措施	适用范围	有效加固深度(m)
换填垫层法	地下水位以上，局部或整片处理	1~3m
冲击碾压	饱和度 $S_r \leq 60\%$ 的 I~II 级非自重、I 级自重湿陷性黄土	0.5~1m，最大 1.5m
表面重夯		1~3m
强夯法	地下水位以上，饱和度 $S_r \leq 60\%$ 的湿陷性黄土	3~6m，最大 8m
挤密法（灰土、碎石挤密桩）	地下水位以上，饱和度 $S_r \leq 65\%$ 的湿陷性黄土	5~12m，最大 15m
桩基础	用于处理桥涵、挡土墙等构筑物基础	$\leq 30m$

3 农田灌溉可能造成黄土地基湿陷时,可对路堤两侧坡脚外 5~10m 作表层加固防渗处理或设侧向防渗墙。

4 湿陷性黄土地基的处理宽度,应符合下列规定:

1) 挡土墙路段非自重湿陷性黄土场地,应至基础底面外侧不小于 1m;对自重湿陷性黄土场地,应至基础底面外侧不小于 2m;

2) 路堤地段应至坡脚排水沟外侧不小于 1m,路堑地段为路基的整个开挖面。

5 对危害路基稳定的黄土陷穴应进行处理。黄土陷穴的处理方法应根据陷穴埋深度及大小确定,可采取开挖回填夯实及灌砂、灌浆等处理措施,处理宽度视公路等级而定。对流向陷穴的地面水,应采取拦截引排措施;对堑顶的裂缝和积水洼地,应填平夯实。

8.2.2 采用台阶法进行路基拼接,可铺设钢筋网与土工格栅,增强路基整体稳定性、提高路面抗裂性。一般符合下列要求:

1 可将钢筋网铺设在水稳层与砂砾底基层中间、新老路基拼接处,减小拼接路面开裂的可能,并用锚钉将钢筋网固定,最后铺设面层并做压实处理。

2 可采用 HRB400 带肋钢筋焊接的方式加工钢筋网,钢筋纵横向间距 0.2m,宽度 2.0m (钢筋网宽度和网格大小可根据实际工程要求进行调节)。

3 钢筋网制作流程如下:

1) 根据设计要求选择合适的钢筋网种类及规格,所选钢筋的刚度、承载力等性能需满足工程要求。

2) 进行钢筋原材料检测,检查钢筋相关性能是否符合工程要求,并对钢筋网进行除锈。

3) 根据实际工程需要制作钢筋网,设置钢筋网间距,进行钢筋网焊接。

4) 将制作好的钢筋网进行除锈,待除锈结束后,在钢筋网表面喷一层冷镀锌漆,防止钢筋网氧化生锈,影响钢筋网的作用效果。

4 土工格栅的铺设可参考本指南 7.7。

8.2.3 湿陷性黄土区应避免周边水系进入改扩建后坡脚等位置,引发黄土湿陷性病害问题。

8.2.4 对于采用整体式扩建的路基,既有路基的路拱横坡增大值不应大于 0.5%,相邻路段路基差异沉降引起的纵坡变化不应大于 0.4%。

### 8.3 季冻区路基

#### 8.3.1 严寒积雪融水区内所采用的路基填筑材料应满足下列要求：

1) 路堤宜选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于 150mm。

2) 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机土及易溶盐超过允许含量的土等，不得直接用于填筑路堤。路床及浸水部分的路堤不应直接采用粉质土填筑，需要进行改良处理。

3) 液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，不得直接作为路堤填料。

4) 浸水路堤和挡土墙墙背宜采用渗水性良好的填料。在渗水材料缺乏的地区，采用细粒土填筑时，可采用无机结合料进行稳定处治。

5) 砂垫层材料宜采用中砂及粗砂，不得含有草根、垃圾等有机杂物，不准掺有细砂及粉砂，且含泥量不应超过 5%，碎（卵）石最大粒径不应大于 5cm。

6) 砂砾宜取自河流漫滩，通过河流漫滩冲积物筛分取料，取料范围在筛分处上下游各约 500m，可四季开采，运输方便的地方。

7) 砂砾石多选取粒径分布均匀、片状颗粒含量较少，质地优良，适用于填筑路基填料。

8.3.2 遵守“因地制宜、就地取材”的原则选择路基填料。当采用粉质黏土填筑路基时，需进行处治，可采用掺配砂砾的方式进行处治改良，提高抗冻融能力，砂砾的掺配比例宜不小于 40%。

8.3.3 路基拼接应满足路面的容许冻胀变形要求，采取措施控制路基冻胀量，进行路基路面综合抗冻设计。

8.3.4 路基冻胀土换填时，挖除换填深度误差应不大于 5%，换填粗颗粒材料中 0.075mm 的通过率不应大于 5%。

8.3.5 可采用地聚合物对粉质黏土进行改良，提高其强度与抗冻融稳定性。

地聚合物能有效地改善土体工程性质。在选择制备地聚合物的原材料时，应考察施工地区周边可以提供的固体废料种类，综合考虑不同地聚合物的加固效果、环境协调性与使用成本，提出切实可行的配合比。固体废弃物如高炉矿渣、钢渣、粉煤灰、矿粉等均可作为制备地聚合物的粉料。

地聚合物制备：将粉料研磨，过 200 目筛，按一定比例混合，再与 NaOH 溶液和水玻璃制成的碱性激发剂（按体积比 3：1）混合，配置而成地聚合物胶凝

材料。

1) 地聚合物与素土的拌合应满足下列要求:

a. 拌和站应选用稳定土拌和站,地聚合物改良土的拌和能力应与摊铺能力相匹配。

b. 地聚合物粉料应由隔水无纺布覆盖,并放置于防雨棚或库房内。 $\text{NaOH}$ (烧碱)应放置于专门搭建的危险化学品贮藏室中,并配备消防设备和防泄漏设备,派遣安全检查员定期检查  $\text{NaOH}$  的保存情况。

c. 处置  $\text{NaOH}$  时应带防护目镜、口罩及橡胶手套,注意不要将  $\text{NaOH}$  固体或液体溅到皮肤上或眼睛里。

d.  $\text{NaOH}$  液体对橡胶与金属具有强腐蚀性并伴随着较大的施工风险性,拌和时应按设计的质量比先将  $\text{NaOH}$  固体添加进素土中,再与素土一起装入料斗,并进入搅拌杠与其它粉料一起拌和。降低施工风险,保护拌和设备。

e. 地聚合物改良土的拌和时间应不少于 5 分钟,应每 10 分钟检查混合料出料的拌和情况,如果混合料的均匀性差:颜色不均、烧碱固体没有溶解、存在较大的土颗粒集团,则应适当提高拌和时间。

f. 集中拌和后对搅拌站进行清洗,避免  $\text{NaOH}$  对仪器的腐蚀。

g. 新疆夏季日照时间长,太阳光强烈,气候炎热,宜避开正午进行地聚合物改良土的施工,并适当提高混合料含水率来避免混合料施工中的水量损失,地聚合物改良细料土的含水率宜高于最优含水率 1%-2%。

h. 混合料装车完毕后,应用篷布将车厢完全覆盖,直到在摊铺机前卸料时才能打开。

2) 地聚合物改良土拌和生产设备应满足以下要求:

a. 地聚合物改良土的原料较多,为了保证地聚合物改良土的均匀性同时促进地聚合物反应,可以通过将多个搅拌杠串联、降低原料运输速率、或对设备进行改造,来达到延长并控制拌和时间的目的。

b. 拌和设备的料斗与料仓应与原料数目相匹配,料仓宜至少有三组。

c. 应采用称量精度达到 0.5%的电子秤来计量各种类粉料的添加量。

3) 地聚合物改良土施工应满足下列要求:

a. 地聚合物改良土宜在拌和后的 2h 内完成摊铺、碾压。

b. 摊铺时,应在下层结构质量检测合格并形成强度后,开始摊铺上层结构。采用两层结构连续摊铺工艺时,应确保上下两层结构在 24h 内完成施工,超出施



工时间，应等下层结构形成强度后再进行施工。下层宜先进行拉毛或采用凸块压路机进行碾压后，再摊铺上层结构。

c. 在摊铺机后设专人消除个别粗颗粒离析现象，并及时用混合料填补。

d. 气候炎热干燥时，地聚合物改良土的含水率比最优含水率提高 1%-2%进行碾压。

e. 采用压路机进行碾压时，应采用光轮压路机碾压稳压 2-3 遍，再采用振动压路机压密，最后采用双钢轮压路机和凸块式压路机进行碾压收面，消除轮迹。

f. 碾压过程中出现软弹和鼓包现象时，应换填材料重新碾压。

g. 碾压成形后的表面应该平整、无轮迹。

h. 宜在结构碾压成形后的 1-2d，观察结构表面固化情况。如果因气候炎热造成结构表面干燥、松散、不成形，应进行洒水。次数由气候情况决定，高温期间上、下午各两次。必要时可用两轮压路机进行复压。

i. 地聚合物改良土碾压或复压完成，并经压实度检查合格后，宜覆盖土工布或不透水薄膜进行养生，在养生过程中注意补水，保持结构表面湿润。

#### 4) 施工建议

地聚合物掺量不宜超过 30%，过量的地聚合物会造成改良土粘连拌和仪器与压路机轮壁的问题，不易拌和与碾压。

### 8.4 含软弱夹层的天然砂砾地区路基

#### 8.4.1 采用天然砂砾铺筑路基需要满足以下要求：

1) 砂砾路基施工关键是将砂加密到设计要求的密实度。常用的加固方法有振动法（包括平振、插振、夯实）、水撼法、碾压法等。这些方法要求分层铺砂，然后逐层密实或压实，分层的厚度视振动力的大小而定，一般为 15~20cm。

2) 无论采用何种施工方法，在施工过程中，都应避免对原表层土过大扰动，以免造成砂砾和原地基土混合。

3) 砂砾垫层无明显粗细料分离，最大粒径不应大于 5cm。

4) 砂垫层宽度应宽出新路基外侧边脚 0.5~1.0m，并以片石护砌或采用其它方式防护，以免砂料流失。

5) 碾压施工时，砂砾垫层的最佳含水量一般控制在 8%~12%。

#### 8.4.2 施工工艺

- 1 当拓宽路基地基表层有一定厚度的硬壳层，其承载力较好，能上一般运输机械时，一般采用机械分堆摊铺法，即先堆成若干砂堆，然后用机械或人工摊平。
- 2 当硬壳层承载力不足时，一般采用顺序推进摊铺法。
- 3 当地基表面很软时，如新沉积或新吹填不久的软弱地基，首先要改善地基表面的持力条件，使其能上施工人员和轻型运输工具。工程上常采用如下措施：
  - 1) 地基表面铺设荆芭。
  - 2) 表面铺设塑料编织网或尼龙纺织网，纺织网上再摊铺砂垫层。
  - 3) 表面铺设土工合成材料，土工合成材料上再铺排水垫层。
  - 4) 采用人工或轻便机械顺序推进铺设，常用的有以下两种：a、用人力手推车运砂铺设；b、用轻型小翻斗车铺设。

8.4.3 差异沉降控制标准

- 1) 对天然砂砾拓宽路基差异沉降进行分级，共分为以下四个级别，具体见表 3。

表 3 差异沉降分级表

差异沉降等级	轻	低	中	高
最大差异沉降	$\leq 10.42$	10.42~18.86	18.86~27.89	$\geq 27.89$
容许边坡率	$\leq 0.05$	0.05~0.09	0.09~0.13	$\geq 0.13$

- 2) 差异沉降等级为“轻”级时，可以认为路基平整度良好，路基质量可以保障，可以不处理。
- 3) 差异沉降等级为“低”级时，路基需要进行轻度处理。
- 4) 差异沉降等级为“中”级时，要采取有效措施降低差异沉降同时提高拓宽路基顶面的平整度，直至工后差异沉降量满足要求。
- 5) 差异沉降等级为“高”级时，要特别重视，需采取措施对路基进行处理并严格执行。

8.4.4 对软弱夹层进行处治时，可以采用部分挖除软弱夹层的办法。保持旧路基主体不改动，仅仅对搭接区域的土体进行部分挖出即可，减少沉降和消除反坡。开挖量应根据路基高度与软弱层厚度综合考虑进行调整。

8.4.5 可采用铺设土工格栅的方式来减小因软弱夹层而造成的新旧路基差异沉降，可参考 7.7。

## 8.5 风沙地区路基

### 8.5.1 沙漠地区路基应满足以下规定：

- 1) 施工作业应尽量避免风季。注意保护所有标志桩、点，防止被风刮倒或沙埋。
- 2) 应遵循边施工边防护的原则，土方施工、防护工程、防沙工程应配套完成。
- 3) 地表清理时，不得随意破坏路线两侧植被和地表硬壳，注意保护沙漠环境。
- 4) 流动性沙漠地区，应采用高效并且具有一定防风沙性能的施工机械。路基的填、挖应完成一段，防护一段，确保路基的强度和稳定。

### 8.5.2 当处治路段为填方路堤时，应满足以下规定：

- 1) 当基底为非风积沙时，应按设计要求进行换填。
- 2) 风积沙填料应不含有机质、粘土块、杂草和其它有害物质。
- 3) 路堤填筑宜采用水平分层填筑方式，按照横断面全宽推筑。
- 4) 路基宜采用低路堤，路堤高度宜比路基两侧 50m 范围内沙丘的平均高度高出 0.5~1m。高大复合型沙垄或复合型沙丘链地段，路堤高度宜以填方略大于挖方或填挖平衡为原则。
- 5) 路堤宜采用流线型或缓边坡断面，高速公路、一级公路宜采用分离式、缓边坡路基形式，不设护栏。路肩与边坡相交的棱角宜设成圆弧形。
- 6) 路堤边坡坡率应根据填料、填土高度、风向、路侧地形及防护情况而定。在半湿润和半干旱沙地区的高速公路、一级公路路堤边坡坡率宜缓于或等于 1: 3。

### 8.5.3 当处治路段为挖方路基时，应满足以下规定：

- 1) 挖方深度大于 2m 的路基两侧及半填半挖路段两侧路基宜加宽 1-2m。
- 2) 流动沙漠路基边坡按设计坡度整平，并按设计要求进行固沙处理。
- 3) 挖方路基设计应避免长度大于 200m 的路堑。路堑应设置积沙平台，采用缓坡率或流线型边坡的敞开式路基横断面；路线与主导风向正交时，宜加宽积沙平台。
- 4) 挖方边坡坡率应根据挖方深度、风力、风向、路侧地形及防护情况而定。半湿润和半干旱沙地区的高速公路、一级公路路堑边坡坡率宜缓于 1: 3。

#### 8.5.4 路侧防沙工程应遵循下列原则：

1) 防沙工程设计应进行总体布置设计，充分利用自然植被等有利因素，根据当地自然条件、各类防护工程的适用条件、当地的治沙经验等，因地制宜，因害设防，采取阻沙、固沙、输沙等防沙工程与植物防护相结合的综合措施，建立完善的综合防沙体系，并与当地治沙规划相结合。

2) 半湿润和半干旱沙地区，应以植物治沙为主、工程防沙或化学固沙为辅。植物治沙宜采用乔、灌、草相结合。

3) 干旱沙漠和荒漠区，宜采用工程防沙或化学固沙与植物治沙相结合、先工程后植物的固沙方法。固沙植物以灌木和半灌木为主。

4) 极干旱沙漠区，对流动性沙漠或沙源丰富的风沙流危害严重路段，应在路基和两侧建立完善的综合防沙体系，设置阻沙、固沙、输沙相结合的以工程为主的综合防护体系；在以固定沙丘为主或以风沙流过境为主的路段。宜以输沙措施为主，并对局部零星沙丘进行治理；其他地区应视其风沙流强度及沙害的具体情况设置防护体系。

5) 干旱、极干旱沙漠和荒漠区的丘间地下水位较高或有引水灌溉条件的地方，可采用植物治沙，营造防沙林带。

8.5.5 风积沙路基的拼接宜采用高度控制，高度宜取 40cm~60cm，每开挖一级台阶可采用模进行支挡，循序开挖，台阶宜采用竖倾式，削坡比宜控制在 1:1.75~1:1.5。

### 8.6 盐渍土区路基

#### 8.6.1 盐渍土地区路基应满足下列要求：

1) 应对沿线降水、蒸发、温度、地形地貌、工程地质、水文地质等资料进行调查收集，查明盐渍土的含盐类型、含盐程度及分布范围，评价盐渍土地基的承载力、盐胀性、溶陷性和表聚性。

2) 路基位置应选择在地势较高、地下水位较低、排水条件好、土中含盐量低、地下水矿化度低、盐渍土分布范围小的地段，并应以路堤通过。

3) 新建路基设计，应根据当地积盐条件、土质性状、地表水和地下水的现状，做好盐渍土地基处理、填料控制、路基结构、防排水措施的综合设计，保证路基强度与稳定性符合要求。

4) 改建路基设计，应根据既有路基路面病害状况、路基填料的含盐类型及

程度,以及水文地质条件,对既有路基的处理利用和重建方案进行技术经济比较,合理确定路基改建方案。

8.6.2 对盐渍土地基进行处治时,应满足下列要求:

- 1) 地基盐胀率和溶陷量符合规定要求的盐渍土路段,应对盐渍土地基表层聚积的盐霜、盐壳、生长的耐盐碱植被等进行清表处理,并换填砂砾,清除深度宜为 0.3~0.5m。
- 2) 盐胀率不符合规定的盐渍土路段,可采取加大清除深度、换填非盐胀性土、适当提高路基高度等处理措施。
- 3) 溶陷量不满足规定的盐渍土路段,可采取清表、冲击压实、浸水预溶、地基置换、强夯等处理措施,并做好路基排水设计。
- 4) 盐渍化软弱地基,可采取换填、水泥稳定碎石层、强夯置换、砾(碎)石桩等地基处理措施。
- 5) 若扩建路基高度小于表 4 的要求,应该将基底土挖出,并按设计要求换填透水性较好的土。

表 4 盐渍土地区路堤最小高度

土质类别	高出地面(m)		高出地下水位或地表长期积水水位 (m)	
	弱、中盐渍土	强、过盐渍土	弱、中盐渍土	强、过盐渍土
砾类土	0.4	0.6	1.0	1.1
砂类土	0.6	1.0	1.3	1.4
粘性土	1.0	1.3	1.8	2.0
粉性土	1.3	1.5	2.1	2.3

注:一级公路、高速公路最小高度可为表中数值的 2 倍。

8.7 采空区路基

8.7.1 采空区路基设计应遵循下列原则:

- 1) 应调查收集沿线自然环境、矿产资源分布、矿山开采及地堪变形与移动等资料。采用调查、测绘、物探、钻探、地表变形监测等综合手段,查明采空区的分布、规模、变化特点、水文地质、工程地质和各有关地层岩土体物理力学性质。
- 2) 路线应避让分布范围广、规模大且难以治理的采空区。难以避让时,宜

采用路基方案，且路基与桥梁衔接部位应避让采空区沉降变形较大的区域。

3) 采空区路基设计应根据采空区的分布和变形特点，结合当地环境特点、工程地质条件、筑路材料分布、资源开采规划与公路建设工期要求等、进行多方案比选，并做好路基路面综合设计。

4) 采空区路基设计应根据汽车荷载和路基路面自重对下伏地基的作用影响，以及采空区地表变形与路基沉降的叠加影响，因地制宜采用轻质材料路堤、加筋路堤等路基结构，对不满足公路建设场地要求的采空区应进行处治，保证路基安全稳定。

8.7.2 危及公路路基稳定的采空区，应根据采空区的分布位置、埋深、采空厚度、开采方法、形成时间、顶板岩性及其力学性质等，按照下列原则确定采空区处治加固方法：

1) 埋藏较浅的采空区和路基挖方边坡上的采空区宜采用开挖回填处理。

2) 煤层开采后顶板尚未垮落的采空区，当空间较大、通风良好、具备人工作业和材料运输条件时，可采用干砌片石、浆砌片石、井下回填、钻孔干湿料回填等非注浆充填处理。一般路基可用干砌片石回填，抗压强度不应低于 10MPa；有构造物的路段应采用浆砌片石回填，抗压强度不应低于 15MPa。

3) 采空区埋深小于 10m、上覆岩体完整性差、强度低的地段，可采用强夯法处理。

4) 埋藏较深、巷道通畅的采空区，可采用片石回填、支顶、注浆等处理。

5) 范围较小、不易处理的采空区，可采用桥梁跨越方案。

6) 矿层开采规模较大、开采深度（埋深）小于 250m 的采空区，宜采用全充填注浆处理。埋深大于 250m 的采空区，宜根据其开采特征、水文地质、工程地质条件及其对公路工程的危害程度等，经论证后确定处理方案。

7) 可在路基底部铺设土工格室，且格室高度不宜超过 5cm，以减少施工过程中的损坏。

8.7.3 对采空区路基进行处治时，需满足下列要求：

1) 采空区路基基底采用砂砾石、碎石、干（浆）砌片石等回填时，填料质量和填筑压实度应符合设计要求，片石强度满足设计要求。

2) 开挖回填处治采空区，应按设计要求的处理长度、宽度、深度进行处理。

3) 采空区采用充填注浆处理时，处理后地基应满足设计对沉降稳定的要求。

8.7.4 为保证新老路基拼接的整体性，其结合部可采用铺设土工格栅的方式减少差异沉降，可参考 7.7。

## 8.8 滑坡区路基

8.8.1 滑坡地段路基设计应遵循下列原则：

1) 应查明滑坡地形地貌、地质条件、性质、成因类型、规模等，分析评价滑坡稳定状况、发展趋势和对公路工程的危害程度，采取有效措施，保证路基施工和运营安全。

2) 对规模大、性质复杂、变形缓慢的滑坡，且路线难以绕避时，可采取总体规划、分期整治的方案。

3) 滑坡防治应根据滑坡区工程地质条件、类型、规模、稳定性及对公路危害程度，以及公路的重要性和施工条件等，采取排水、减载、反压与支挡工程的综合治理措施。

4) 高边坡、特殊岩土和存在不利结构面的边坡，应采取必要的预防措施，避免产生工程滑坡。

8.8.2 滑坡稳定性分析与滑坡工程设计应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30) 的要求。

8.8.3 滑坡区的整治方法有滑坡减载与反压处理、抗滑挡土墙、抗滑桩和预应力锚杆等。

8.8.4 对于滑坡路段，应考虑滑坡与路线关系，尽量减少边坡开挖；对于规模较大的滑坡，必要时可结合单侧拼宽、路线绕避等方案进行对比。

## 8.9 软土路基

8.9.1 软土地段路基设计应遵循下列原则：

应在对既有公路沉降与稳定状况作充分调查和评价的基础上，根据沉降协调并满足稳定性的原则进行拼宽路段软基处理设计。对于两侧拼宽，当地质变化大时宜分幅进行软基处理设计。

8.9.2 拼宽软基处理应符合下列规定：

1) 宜采取加固土桩、刚性桩、轻质材料路堤等控制拼宽路基沉降的方法；当为浅层软土，或拼宽荷载较小，沉降容易控制时，可采用堆载预压、粒料桩等

方法；当拼宽荷载较大，对既有公路影响过大时，可采用设置地基隔离墙的方法。

2) 轻质材料路堤宜采用现浇泡沫混凝土、EPS 等。

3) 地基处理方法选用时，应考虑拟选方案在拼宽地基处理施工时的挤土、震动对既有路堤或临近构筑物的影响。

4) 在满足路堤稳定的前提下，宜使地基处理尽量向既有公路靠近，以利减少路基差异沉降。

5) 必要时，可采取增设边坡桩的方法，减少差异沉降。

8.9.3 软土地区路基拼接沉降控制应满足本指南 9.4 的规定。

## 8.10 崩塌地段路基

8.10.1 崩塌地段路基设计应遵循下列原则：

1) 路线通过崩塌地段时，应调查崩塌地段地形、地貌、地质情况，查明危岩、崩塌的类型、范围、成因及对公路的危害程度，作出公路建成后崩塌发生或发展趋势的预测与稳定性评价，合理选择路线位置及综合防治措施。

2) 路线应绕避可能发生大规模崩塌或大范围的危岩、落石地段。对中小型崩塌、危岩体，当绕避困难或不经济时，路基设计应避免高填、深挖并远离崩塌物堆积区，对崩塌危岩体可采取遮蔽、拦截、清除、加固等综合治理工程措施。

3) 边坡或自然坡面岩体较为完整、表层风化易形成小块岩石呈零星坠落时，宜进行坡面防护。

4) 规模较小的危岩崩塌体可采取清除、支挡、挂网锚喷等处理措施，也可采用柔性防护系统或设置拦石墙、落石槽等构造物。拦石墙与落石槽宜配合使用，设置位置可根据地形合理布置。拦石墙墙背应设缓冲层，并按公路挡土墙设计，墙背压力应考虑崩塌冲击荷载的影响。

5) 对路基有危害的危岩体，应清除或采取支撑、预应力锚固等措施。在构造破碎带或构造节理发育的高陡山坡上不宜刷坡。

6) 当崩塌体较大、发生频繁且距离路线较近而设拦截构造物有困难时，可采用明洞、棚洞等遮挡构造物。遮挡构造物应有足够的长度，洞顶应有缓冲层，并应考虑堆积石块荷载和冲击荷载的影响。

7) 危岩落石拦截构造物的类型、结构尺寸、设置排数及位置，应根据落石的大小、数量、分布位置、冲击力和距路线的距离确定。



## 8.11 雪害地段路基

8.11.1 雪害地段路基设计，应调查收集下列资料，分析雪害成因，确定雪害类型及其危害程度，所提出的处治方案和措施应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)的相关要求。

8.11.2 风吹雪地段必须采用挖方时，应避免深路堑。挖方路段宜采用缓坡率的敞开式路基，边坡坡率宜为 1:2 ~ 1:5;当路堑深度大于 2.0m 时，宜在两侧边坡底部设置宽度不小于 5m 的积雪平台，平台顶面应低于路表面以下不小于 1.5m。当路线走向与主导 风向垂直或呈  $45^{\circ}$  ~  $90^{\circ}$  相交时，应采用缓坡率的敞开式路基，并加宽积雪平台。

8.11.3 风吹雪地段半填半挖路段，当路线走向与主导风向平行或锐角相交时，应增加挖方区的路基宽度，宽度不宜小于 2m。当路线走向与主导风向垂直或呈  $45^{\circ}$  ~  $90^{\circ}$  相交时，挖方区应采用缓坡率的敞开式路基。

8.11.4 旧路基应阻隔中央分隔带和路面融雪水入渗至路基中。

## 9 质量检验标准

### 9.1 一般规定

9.1.1 应建立全过程的工程质量管理体系，每道工序均应经检验合格后方可进入下道工序。

9.1.2 交工验收前应进行自检，自检合格后编制交工资料，申请交工验收。

9.1.3 自检及交工验收均应依照规范 JTG F80/1 及相关技术标准的要求进行。

### 9.2 加宽路基沉降控制

9.2.1 加宽路基铺筑路面前，应对其沉降变形进行评估，以确保加宽路基的工后沉降和新老路基间不均匀沉降符合设计要求。路基填筑完成或施加预压荷载后应有一定的观测和调整期，观测数据不足以评估时，应继续观测。**高路堤宜预留 1 个冬季或 6 个月以上的沉降期。**

9.2.2 工后沉降和不均匀沉降评估不能满足设计要求时，应采取必要的加速完成沉降或控制沉降的措施。

9.2.3 加宽路基沉降观测应以老路路面沉降和新加宽路基基底沉降观测为主，并有针对性地对路桥过渡段纵横向差异沉降和软土地基路段的横向差异沉降进行重点观测。

9.2.4 加宽路基沉降的观测断面布置应遵循以下原则：

1) 加宽路基沉降观测断面布置应考虑工程地质条件、地基处理及路堤设计方式、荷载因素、结构物特征、路堤高度、周边环境、经济因素等因素。

2) 地基条件均匀良好且路基高度大于 7m，软土地基地段路基高度大于 6m 时，沉降观测断面的间距一般为 150~200m。

3) 对于地势平坦、地基条件均匀良好，高度大于 4m 且小于 6m 的路堤可适当放宽。

4) 对于地形、地质条件变化较大的地段应适当加密。

5) 路堤与不同结构物（大中桥、分离式立交）的连接处应设置沉降观测断面，每个路桥过渡段在搭板尾部和距离桥头 35m 处分别设置一个沉降观测断面。

9.2.5 加宽路基控制标准如下：

1) 加宽路基工后沉降小于 10cm, 桥头过渡段总沉降不大于 30cm, 且拓宽路堤的路拱横坡度工后相对于交工时的增大值不应大于 0.5%。

2) 扩建工程路基施工期间, 加宽路堤地表沉降速率应小于 5mm/d, 边坡水平位移应小于 3mm/d。

3) 路基填筑完成后, 应对完成的路基进行沉降变形观测。根据沉降观测资料推算剩余沉降, 如果剩余沉降小于规定的允许工后沉降值或满足连续 3 个月沉降小于 2mm/月, 才能进行路面施工。对于沉降速率达不到要求的路段, 不得进行路面施工, 应采取必要的措施进行处理。处理后的路基沉降速率小于 2mm/月后, 再进行路面施工。

4) 扩建工程路面施工期间, 实测路面沉降速率应小于 1mm/月, 实测路面横坡变化应小于 0.5%。

5) 扩建工程通车运行期间, 实测路面沉降速率应小于 1mm/月。

6) 拓宽路基非均匀沉降控制指标: 施工期新老路表面差异沉降 $\leq 0.25\%$ ; 工后新老路基差异沉降 $\leq 0.20\%$ 。

### 9.3 加宽路基检查验收

加宽路基实测项目应满足现行规范 JTG F80/1-2017 中表 4.2.2 的要求。

### 9.4 软土地区路基拼接沉降控制要求

9.4.1 工后沉降计算年限宜不小于 15 年。

9.4.2 拼宽部分路基工后沉降, 应满足桥头处不大于 5cm、通道及涵洞处不大于 10cm、其他一般路段不大于 15cm 的要求。

9.4.3 差异沉降控制, 应满足拼宽路基的路拱横坡度增大值不大于 0.5%、相邻路段差异沉降引起的纵坡变化不大于 0.4%的要求。

## 10 交通组织

### 10.1 一般规定

10.1.1 改扩建交通组织设计应遵循安全、有序、环保和减少社会影响的原则，做好运营与施工的组织协调工作。

10.1.2 通过路网、路段、节点的交通组织设计，实现公路改扩建期间施工与通行效率相互适应，并保障区域路网的正常运行。

10.1.3 交通组织设计应包含应急预案及保障措施设计，并应设置相应的临时交通工程及沿线设施。临时交通工程及沿线设施的设计应与主体工程设计协调、统一。

10.1.3 交通组织设计应符合现行《高速公路改扩建设计细则》JTG/T L11 的规定。

10.1.4 施工期间临时交通工程设施应符合现行《道路交通标志和标线》GB5768.4、《公路养护安全作业规程》JTG H30 的规定。

### 10.2 区域路网交通组织

10.2.1 应充分利用区域路网进行交通分流，以减轻施工期间既有高速公路的交通运营压力。

10.2.2 区域路网交通组织设计应包含以下内容：

- 1) 对周边路网交通量、交通组成、交通流特性的分析预测。
- 2) 对区域内路网布局、沿线城镇分布、公路技术状况等的调查、分析。
- 3) 对路网分流点、分流车型、分流路径、实施计划安排等的分析论证，制订相应的分流、绕行、管制方案。

### 10.3 施工路段交通组织

10.3.1 施工路段交通组织可采用单侧双向通行或双侧双向通行，单侧双向通行应设置分隔措施。

10.3.2 施工期间，运营管理车速应根据设计速度、交通组成、交通管理水平等确定，通车路段的运行速度不宜低于 60 km/h。

10.3.3 施工路段交通组织设计应符合下列规定：

- 1) 应结合施工标段、行政区划、构造物分布、施工方案, 确定区段划分。
- 2) 应在满足施工安全和工期的前提下, 做好施工标段间、区段间的交通协调。
- 3) 应做好一般路段和关键工点的分流与保通设计。
- 4) 应做好特殊路段交通组织设计。

#### 10.4 交通组织应急预案及保障措施设计

10.4.1 应对施工期间可能发生的各种情况, 提出相应的应急预案及保障措施。

10.4.2 交通组织应急预案及保障措施应包含下列内容:

- 1) 交通管理、安全保障、应急预案等方面的总体框架。
- 2) 实施机构的组成建议。
- 3) 相关的临时交通工程及沿线设施。

10.4.3 交通组织应急预案及保障措施设计应符合下列规定:

- 1) 应提出针对各种突发事件的应急预案。
- 2) 应提出应急预案的启动时机、反应机制等。